資料 No:IC-HI-001R01

高耐圧ＩＣ
取扱説明書

「高耐圧ＩＣ使用上のご注意」として、この『取扱説明書』を
よくお読みいただき、保管してください。

●ご使用の前に安全上の指示をよく読み、ご理解ください。

●本説明書はいつでも参照できるよう、手近な所に保管してください。

株式会社 日立パワーデバイス

2013 年 10 月

重要なお知らせ

- 本書に記載されている回路・情報・諸データは、あくまで一例を示すものです。
  各製品の仕様書記載内容を基本としてお取り扱いください。
  これに起因する損害や特許権、その他権利の侵害に関して当社は一切責任を負いません。
  また、本書によって第三者または当社の特許権や、その他権利の実施権を許諾するもの
  ではありません。

- 絶対最大定格値を超えて使用された場合や天変地異などの不可抗力による製品の故障、
  および二次的損害につきまして、当社はその責任を負いません。

- 半導体デバイスおよび包装材を廃棄･処理する際には、それぞれの国または地域で定めた
  法律や条例を遵守してください。

- 本書に記載されている製品(技術)を、国際的平和および安全の維持の妨げとなる
  使用目的を有する者に再提供したり、またそのような目的に自ら使用したり、第三者に使用
  させたりしないでください。
  なお、輸出等される場合は外為法の定めるところに従い、必要な手続きをおとりください。

安全にお取り扱いいただくために

半導体デバイスの取り扱いを誤ると、故障の原因となります。
必ず使用する前に、本書を熟読し正しくご使用ください。

安全に関する注意事項は、下に示す見出しによって表示されます。
これは安全警告記号と「危険」、「警告」、「注意」および「通知」という見出し語を組み合わせたものです。

これは安全警告記号です。人への危害をひき起こす、隠れた危険に注意を喚起するために用いられます。　起こりうる傷害または死を回避するため、このシンボルの後に続く安全に関するメッセージに従ってください。

危　険：死亡または重大な傷害をひき起こす危険の存在を示します。

警　告：死亡または重大な傷害をひき起こすおそれのある危険の存在を示します。

注　意：軽度の傷害あるいは中程度の傷害をひき起こすおそれのある危険の存在を示します。

通　知：財産に関わる損害（人身傷害以外）をひき起こすおそれのある危険の存在を示します。

（注）：役立つ情報を示すのに用います。
なお、これは安全上の注意ではありません。

【安全に関する共通的な注意について】

- 半導体デバイスを用いる電子回路の設計にあたっては、使用上いかなる外部条件の変動においても、そのデバイスに指定された『絶対最大定格』を超えないようにしてください。　また、パルス的用途の場合は、さらに『安全動作領域（ＳＯＡ）』の定格を超えないようにしてください。

- 半導体デバイスは、偶発的または予期せぬサージ電圧によって故障する場合がありますので、故障しても拡大被害が出ないような冗長設計・誤動作防止設計など、安全設計に十分注意してください。

- 極めて高い信頼性が要求される用途（原子力制御用、航空宇宙用、交通機器、ライフサポート関連の医療機器、燃焼制御機器、各種安全機器など）に使用される場合には、特に高信頼性が確保された半導体デバイスの使用および使用側でフェイルセイフなどを配慮し、安全性を確保してください。
不明な点は、当社営業窓口にご照会ください。

警 告

半導体デバイスが故障すると、結果として半導体デバイスあるいは
配線や配線パターンなどが発煙、発火、または半導体デバイスが
破裂する場合があります。

●デバイス周辺で評価・検査をする場合は、隔離するか保護具を装着してください。
●デバイス周辺に可燃物等をおかないでください。
●引火・爆発の恐れのある場所では使用しないでください。
●デバイスが故障した場合は、その供給電源を遮断してください。

注 意

半導体デバイスは動作することによって高温となり、供給電源を
切っても余熱によって火傷を負うことがあります。
評価・検査を行う際には、ご注意ください。

●デバイスを取り扱う場合は、必ず電圧が印加されていないことを確認してください。
●デバイスを取り扱う場合は、冷却を確認するか保護具をご使用ください。

まえがき

● 本書は、高耐圧ＩＣをご使用いただく設計エンジニアおよび品質保証エンジニアのために作成されたもので、ＩＣの一般的な取り扱いについて説明しています。

● ご使用の前に、本書をよく読み、書かれている指示や注意をご理解ください。また個別の製品仕様書とあわせて、お読みくださいますようお願いいたします。

● 半導体デバイスの取り扱いを誤ると、故障または信頼性の低下を招く原因となります。本書は、高耐圧ＩＣ（製品）をより安全にご使用いただくための注意事項について説明いたします。

● 本書の記載内容は、改良などのため予告なく変更する場合があります。
最新情報（各製品の個別仕様やアプリケーションに関する詳細）は、Ｗｅｂサイト
(http://www.hitachi-power-semiconductor-device.co.jp/product/ic/index.html)
をご参照ください。 不明な場合は、当社営業窓口までお問い合わせください。

目　次

１．デバイス選定上の注意事項

1.1 最大定格について

半導体デバイスの最大定格は、通常「絶対最大定格」で規定しており、各品種の絶対最大定格表に示してある値は、瞬時といえども超えてはなりません。絶対最大定格を一時的でも超えることがあると、劣化または破壊する可能性があり、その後しばらく動作していても、その寿命を極度に縮めることがあります。したがって、半導体デバイスを用いる電子回路の設計にあたっては、使用中いかなる外部条件の変動においても、そのデバイスに指定された絶対最大定格を超えないようにしてください。

これらの絶対最大定格の各項目は相互に緊密な関係にあり、各項目がそれぞれ使用条件を満足していたとしても十分ではないことに注意してください。

例えば、トランジスタに加えられる電流、電圧がそれぞれ最大定格以下であっても、その消費電力は両者の積で与えられ、そのトランジスタの許容コレクタ損失以内になければならないことになります。また、直流最大定格だけでなくパルス的用途の場合には安全動作領域 (SOA)、負荷ローカス、ピーク電圧､電流について、定格を超えないようにしてください。

1.2　ディレーティングについて

絶対最大定格を超えない場合でも、過負荷の条件下で使用するような場合、著しく信頼性を損なう恐れがあります。　絶対最大定格に対してどの程度のディレーティングをするかということは、信頼性設計の中で

重要な問題です。　システム設計の段階で考慮していただきたいディレーティング項目は、デバイスの種類によって少しずつ異なります。　ディレーティング項目には、電圧、電流、電力、負荷などの電気的ストレス、温度・湿度などの環境ストレス、あるいは振動・衝撃などの機械的ストレスのディレーティングなどがあります。

表１に、信頼性設計上配慮すべきディレーティング基準例を示します。これらの基準については、装置の設計段階で考慮されることが信頼性確保のうえで望ましく、基準内に設定することが困難な場合については、絶対最大定格のより大きなデバイスを選定するなどの手段が必要になりますので当社技術担当者にご相談ください。

表１　ディレーティング設計基準例　（注1）

ディレーティング要素（注2）		ＩＣ　条件
温度	接合部温度(注3)	110℃以下 （Ｔj ＝ 60℃以下）
	デバイス周囲温度 （注3）	Ｔop min ～Ｔop max （Ｔa ＝ 0～45℃）
	その他	消費電力(Pd)、周囲温度(Ta)、放熱条件/熱抵抗(θja) Ｔj ＝ Ｐd × θja ＋ Ｔa
湿度	相対湿度	ＲＨ ＝ 40～80%
	その他	急激な温度変化などによる結露の恐れがある場合は ICを含めプリント基板に耐湿性の保護を施す。
電圧	耐圧	カタログ推奨動作条件に従うこと。 端子間に高電圧が印加される場合は、耐電圧の保護を施す。
	過電圧	静電破壊を含めて過電圧印加防止策をする。
電流	平均電流	Ｉc×0.5以下（特にパワーIC)
	せん頭電流	Ｉc(peak)×0.8以下（特にパワーIC)
	その他	動電流能力、負荷および配線インピーダンスに配慮すること。
電力	平均電力	最大定格×0.5以下（特にパワーICおよび高周波IC)
パルス （注4）	ＳＯＡ	個別製品仕様書の絶対最大定格値を超えないこと。
	サージ	Ｉc(peak)以下

（注1）特殊な使用条件は除きます。（当社技術担当者にご相談ください。）
（注2）これらのディレーティング要素は、できるだけ同時に満たしてください。
（注3）信頼性が要求される場合については（　）に示す値でご使用ください。
（注4）一般に過渡状態に対しては、サージなどを含めたピーク電圧、電流、電力、接合温度は最大定格以下として、標準動作状態でのディレーティングは上記基準を参考にしてください。　その他不明点につきましては、当社技術担当者にご相談ください。

２. システム設計上の注意事項

2.1 入力容量

入力回路がC-MOSとなっている場合、入力とGND間に、静電容量が存在します。
その主なものはゲートと基板間の容量ですが、その他パッケージやリードの容量、入力保護回路の容量も付加されます。
入力電圧による入力容量の変化は主にゲート-基板間によるもので、この容量は通常約15pF以下です。

2.2 入力波形の立上がり、立下がり時間

入力回路がC-MOSとなっている場合、入力波形の立上がり、立下がり時間は、特に規定している場合を除き、100ns以下（V_{CC}=4.5V時）とします。C-MOS ICの入出力特性は、スレッシュホールド近くで電圧増幅率が非常に大きくなっていますので、入力電圧にわずかなリップル成分が乗っただけでも出力の動作が不安定となる場合があります。

2.3 電源ラインフィルタ

雑音に対するデカップリングおよびノイズフィルタのため、約1μFのコンデンサを低圧側電源、高圧側電源の電源とGND間に外付けするようにしてください。　主電流が流れる配線やGND側にインダクタンスを持つ素子を挿入すると発振する場合がありますので、注意してください。

2.4 電源シーケンス

日立高耐圧ICは、低圧素子と高圧素子をワンチップ上に構成している関係上、高圧電源と低圧電源（通常5V）の2種以上の電源を印加して、動作させるようになっています。 特に、電源シーケンスが規定されている場合を除き、電源オン時は低圧の電源から順次高圧の電源を印加するようにしてください。
すべての電源が印加された後、入力信号が加わるようにしてください。
電源オフの場合は、印加時と逆に入力信号オフ後、高圧電源から順次低圧の電源をオフにしてください。
実際の電源シーケンスは、システム電源回路にも依存しますので、デバイス端子部の波形で確認してください。
機械的接点をもつリレーで制御する場合、リレー動作は印加電圧なしの状態で実施してください。

2.5 部品配置・環境について

半導体デバイスは、使用する環境条件によって、信頼性および特性が左右されます。
使用温度条件、放熱条件はもとより、システム内における半導体デバイスの取付け配置は、信頼性を維持するために検討しておく必要があります。　例として、次のようなものがあります。

(1) 半導体デバイスの付近に大型抵抗器などの発熱源があり、デバイスが加熱するような配置の場合、通風を考慮した配置が必要です。
(2) 高圧回路付近、装置下段の隅は、ほこりがたまりやすい場所となります。
　このような場所に設置された半導体デバイスは、ほこりの付着によって絶縁劣化を起こしたり、誤動作することがあります。
　このような場合、プリント基板および半導体デバイスを防水性/絶縁性のある樹脂でコーティングしてください。
(3) その他、基板配線・デバイス端子間への導電性異物（はんだ屑、めっき屑など）付着による短絡、ほこりの蓄積と吸湿や結露によるノイズの発生、リーク電流の増加、ホイスカの発生、腐食発生等のトラブルが考えられます。
　高湿、結露、ほこりの蓄積がある厳しい環境下、長期間メンテナンスフリーで信頼性を要するシステムにおいては、基板コーティングが重要な信頼性確保の手段となります。
　なお、面付実装製品におけるコーティング剤の使用については、樹脂の硬化、収縮応力や基板との熱膨張係数の違いから生じる応力によって、素子割れやリードと基板のはんだ接続部クラックや断線を起こす場合がありますので注意してください。

3．回路設計上の注意事項

信頼性設計という点では、回路設計上、初期特性を満足する設計はもとより、ディレーティングを適用することや、特性の変動分を考慮して設計上の余裕をもたせることが必要です。

3.1 一般的注意事項

(1) IC、トランジスタなどの半導体デバイス付近が高温にならないように、極力周辺温度を低くしてください。
(2) 電源電圧、入力電圧、消費電力などは定格値内とし、ディレーティングを考慮して使用してください。
(3) 入力、出力、電源端子などにノイズのような不要な過電圧が印加されたり、誘起されたりしないようにしてください。　高電圧印加箇所の周辺は、余裕のある間隔が必要です。
(4) 高電界中にプラスチックモールド半導体をおくと、プラスチック材料、パッシベーション膜の分極が起こり、誤動作を起こす可能性があります。 また、高電磁界中では誤動作したり、局部発熱することがあるので、高電界、高磁界の環境下で使用する場合にはシールドしてください。
(5) ICに放射線が入ると、一過性のノイズが発生し誤動作することがあります。
放射線源からは離して、またはシールドして使用してください。
(6) ICの電気的特性が常温（25℃）での規定になっている場合は、実使用温度範囲の特性変化を考慮してください。
(7) 電源のオン・オフ時に、電圧が不均衡とならないようにしてください。例えば、回路の接地端子がフローティング状態で、入力、電源端子などに電圧が印加されると、過大なストレスが加わります。

3.2 ノイズ・サージ電圧対策

サージ電圧や、静電気、ノイズなどの問題は、半導体デバイス全般に共通する問題であって、発生要因を除くための対策や軽減させる対策が必要です。電子機器において、商用電源の変動については、通常10%程度の増減を見込んで設計するのが一般的です。　しかし、周辺地域でサージ電圧を発生する機械装置などが使用されていると、電源電圧の変動に起因する故障、誤動作が生じることがあります。これは電源ラインに重畳されたサージによるもので、雷などの発生時にもインパルス状態のサージが誘起されます。これらに対しては、ACライン側に図１のようなフィルタを入れることによって、軽減することができます。　ACライン以外で、回路基板内の部品や半導体デバイスに直接サージや静電気が印加される可能性のある場所には、シールドをしてください。
また、シールドに対する対地インピーダンスは低いことが肝要であり、低くないと効果がありません。
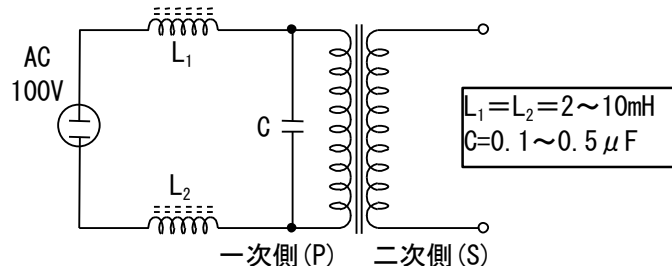
図１ サージ吸収回路例

直接静電気やサージパルスなどがノイズとして印加される恐れのある場所には、特殊な例として、図２に示すような保護回路を入れることがあります。ＲＣの時定数は、動作に影響のない範囲でサージパルスなどの吸収に適切な範囲に設定します。
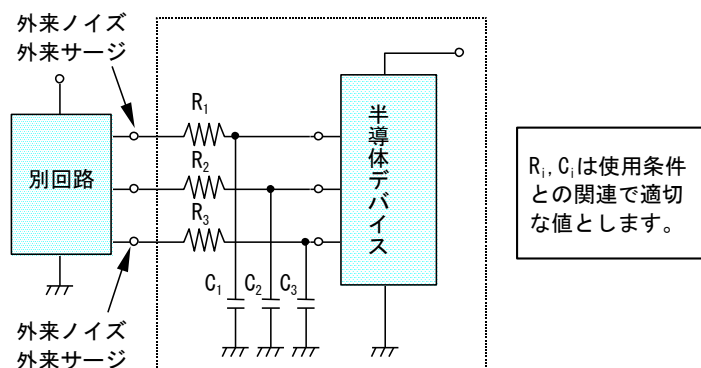
図２　サージ保護回路例

3.2.1　ノイズ除去対策

ノイズに対して問題のないシステムを作るには、ノイズ源を見つけて、除去あるいは減少させる、ノイズを拾わないようにする、ノイズマージンの大きい回路にする、補正回路を設けるなどの対策が必要です。

(1) ノイズ発生源の対策

根本的な対策として、ノイズの発生源を処置することができれば高い効果が望めます。これには、リレーコイルに並列にダイオード、または抵抗やコンデンサを入れることよってサージ電圧を軽減したり、ACラインのノイズに対しては、フィルタを発生源側の電源ラインに入れるなどがあります。　また、強電界を発生する装置に対しては、シールドを施すなど発生源側で対策を実施すると、妨害を受ける側(システム全体)の対策が軽減されます。そのほか、発生源から離すなどの処置も考えられます。機器から発生する電磁ノイズについては、電磁妨害波として規制の対象となるため、システム外部に向けた注意も必要です。

(2) 接地ラインによる対策

回路システムの接地ラインは専用のものを設け、ほかの電源ラインなどの接地系と完全に分離することによって、接地系に流れる電流による回路システムの干渉を除きます。
また、図３のように回路システムと筐体との接点は１点だけとし、回路システム系と筐体との間に、グランドループを形成しないようにします。
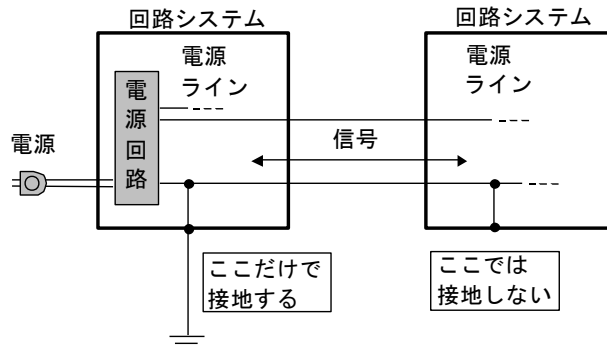
図３　回路システムの接地

3.2.2 サージ対策について

回路システムが、サージ電圧の印加されやすい環境に置かれることがありますが、ここではその主なものについて示します。

ICやトランジスタが、CRTやイグニッションと同じシステムで使用する場合のように高圧回路が近接していると、放電によるサージ電圧が印加される場合があります。 このサージ電圧をいかに軽減させるかが、信頼性向上のための大きな要因といえます。

図４に、電源に入るサージを吸収する例を示します。　半導体デバイスのサージ破壊を防ぐには、サージの侵入経路および侵入端子に保護素子によるサージ対策をする必要があります。
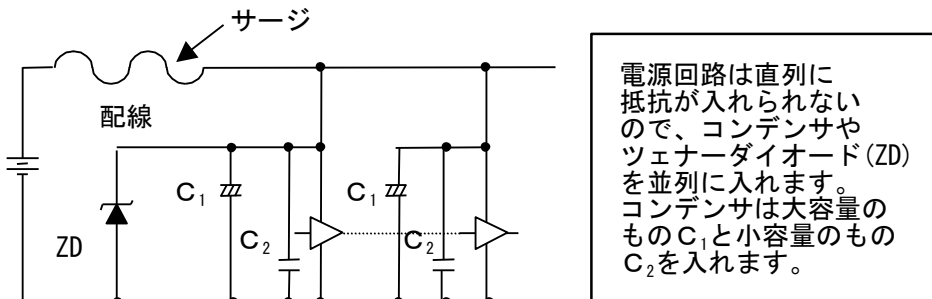
図４　電源ラインのサージ吸収例

3.2.3 高電界による影響

MOSデバイスは、電界によって動作がコントロールされているため、外部から長時間高電界が印加されているとデバイスのパッケージ自体が分極し、チャージアップしてしまいます。
この結果、デバイスのスレッシュホールド電圧が変動し、特性劣化を起こすことがあります。

3.2.4 未使用端子の処理

ICの使用していない入力端子を開放状態で使用すると、他の回路とのクロストークによって誤動作する場合があります。使用していない入力端子は、適切なインピーダンスでグランドに接地するか、電源ラインに接続してください。NCピンは、実装基板設計の際、信号中継点として使用しないでください。電源ラインまたはＧＮＤと共通に接続するか、オープン状態にしてください。

3.2.5 多電源使用上の注意事項

多電源（例えば＋5V、＋12Vなどの複数電源）を必要とするICでは、電源の投入、切断順序を誤ると、破壊することがあります。また、グランドピンが多数ある場合も、ノイズ発生に注意してください。（２．４節 電源シーケンス参照）

3.2.6 ラッチアップについて

CMOSデバイス特有の問題として、ラッチアップ現象があります。この現象は、最大定格を超えるような不慮のサージ、電流のリップル、レギュレーション、あるいはノイズとか、2電源でデバイスを動かすときの電源の立ち上がりに差があるときに発生し、デバイスが破壊することもあります。
したがって、システムの設計にあたっては、ラッチアップ防止のために、これらの原因を取り除くことが必要です。

４．検査・測定上の注意事項

半導体デバイスの測定や製品検査の場合でも、検査回路設計上の注意として２節・３節の内容、および後述５節の静電気に対する注意点を含めた配慮が必要です。 特に、以下の点について注意してください。

4.1 静電気に対する注意

半導体の測定時には全端子は開放され、人体・測定器・ハンドラ・作業台には、各端子が独立に接触する可能性が高くなります。このため静電気によって、デバイスが破壊する可能性があります。特にハンドラを用いた自動測定時には、半導体がマガジンやガイドレールを滑ることによる静電気が発生しやすいので、注意が必要です。　また、帯電防止剤をコーティングしたマガジンの繰り返し使用は、帯電防止剤の効果がなくなるので避けてください。

4.2 コネクタ等の接触不良による破壊防止

ソケットやコネクタ等との接触不良によって電源投入シーケンスが正しく行われなかったり、電流駆動時に異常電圧が発生したり、チャタリング等でデバイスが破壊する場合がありますので注意してください。　定期的にソケットやコネクタを交換してください。

4.3 電源サージ、残留電荷に対する注意

検査時には、特にテスターからのサージ電圧が印加されないようにするか、テスター電源回路にクランプ回路を入れるなどの対策をとってください。
製品基板テスターやインサーキットテスターで中間検査を行う場合に、テスター上のコンデンサに電荷が蓄積された状態で次のテストを行い、半導体デバイスを破壊させることがあります。
また、テスト後に製品基板上のコンデンサに電荷が蓄積されている場合も、その後放電する可能性があるため、放電抵抗を入れるなどして放電してください。

4.4 ノイズ、発振に対する注意

通常は正常に動作している回路も、測定のためオシロスコープのプローブを接続したり、測定器を接続すると、負荷容量が大きくなり、ノイズ、発振によって回路が誤動作し、半導体破壊の要因となるので注意してください。

4.5 測定回路接続時の注意事項

⚠ 注 意
・システム電源系がフローティングの場合、測定器系も 　フローティングにしてください。回路ショートの危険があります。 ・操作時、人体を接地していると感電の恐れがあります。

製品システムの電源系がフローティングになっている場合、測定器が接地した状態で接続すると回路がショートし発火する恐れがありますので、注意してください。
このような場合、測定器自体もフローティングにする必要がありますが、操作時には感電する恐れがありますので注意してください。

4.6 電気設備からの漏電に対する注意事項

カーブトレーサ、オシロスコープ、パルス発生器、直流安定化電源などの端子、および筐体に交流電源からの漏電がないよう、十分管理してください。

4.7 ハンドラによる半導体パッケージの割れ

インサーキットテスター等でプローブによる検査をする場合、半導体のパッケージに過大な応力が加わらないように注意してください。　半導体パッケージの割れや半田付け部クラックの危険性があります。

4.8 一般的注意

特にマニュアルでの製品検査時では、端子の誤接続、逆挿し、端子間ショートの異常が起こらないようにしてください。製品基板の動作チェックを行う場合は、動作チェック前に、はんだや異物による端子間のショートがないことを確認してください。

5．静電気に対する注意事項

5.1 静電破壊に対する一般的注意事項

一般にデバイスは静電気の放電時に破壊しやすいため、取り扱い時には注意が必要です。
特に以下のような場合は、静電破壊の可能性が高くなりますので、状況を確認し対策してください。

(1) デバイスが導体と接触する場合

デバイスが金属のような導体と接触する場合は、急激な放電が起こるため破壊の危険性が高くなります。　デバイスはできるだけ金属への接触を避けることが必要ですが、避けられない場合は金属を接地したうえで、デバイスの除電をしてください。

(2) デバイスが摩擦される場合

デバイスが摩擦されるとき、パッケージが帯電します。　摩擦の防止、摩擦箇所の材質変更および除電を実施して帯電量を抑えてください。

(3) 治工具を使用する場合

デバイスに帯電した治工具類を近づけたとき、デバイスが静電誘導を起こして帯電します。
治工具類を帯電させない(あるいは除電する)、あるいは帯電しない材質に変えてください。

(4) 周囲の湿度が下がったとき

デバイスを取り扱う場所の湿度が下がった場合、デバイスは帯電し易い状態になります。
特にデバイス単品を取り扱う場所においては、湿度を管理することで、効果が期待できます。(5.2参照)

5.2 デバイス取り扱い上の注意事項

(1) 作業環境について

相対湿度が下がると、静電気が帯電しやすくなります。したがって、帯電防止のため、基板への実装工程では加湿機などを用い、相対湿度を45～75%に維持してください。
加湿器で加湿する場合、水道水を使うと含まれている塩素によってノズルが詰まったり、デバイスのリードや装置が錆びることが考えられますので、加湿する水は純水や沸騰水を用いてください。
また、湿度管理が困難な場合は、空気イオン化ブロア（イオナイザーともいう）などの使用による除電が有効です。このとき、イオンバランスに注意してください。
バランスが悪いと、逆に帯電する場合があります。

(2) 作業について

作業現場では、帯電しやすい絶縁物(特に化学繊維やプラスチック製)はできるだけ避け、導電性のものを使用してください。　半導体デバイスの取り扱いにおいては、静電気対策を施した材料か、導電性の容器（例えば静電気シールドバッグ、導電性マットなど）に入れて、保管あるいは移動するなどの静電防止策が必要です。

(a) 設備、施設

静電気の蓄積が起こらないように、測定や試験の機器類、コンベヤ、作業台、フロアマット、工具、はんだ槽、はんだごてはしっかり接地してください。作業台および床は、導電性マット（10^5Ω/□～10^9Ω/□）を敷いて、それぞれ接地してください。

(b) 人体

手袋や作業衣は、導電性のあるものを身につけてください。
アースバンドを直接肌に装着し、人体が帯電しないようにしてください。
靴、サンダルの抵抗は1～100MΩが良いとされていますが、汚れ、摩耗、湿度などによって変化しますので、注意してください。

(c) 作業方法

特に帯電や静電気の放電現象が確認された場所については、イオナイザーによる除電をしてください。　はんだごては半導体用のものを用い、こて先は接地してください。

6. デバイス実装上の注意事項

半導体デバイスを組み立て、実装する場合に、構造設計上あるいは実装作業上考慮しなければならない注意点があります。ご配慮いただきたい点について、実装作業を例に説明します。
半導体デバイスの信頼性を損なわないためには、これらの取り付け実装方法についても注意してください。

6.1 リード成形、切断について

半導体デバイスをプリント基板に実装する際に、あらかじめリード線を成形あるいは切断して使用する場合があります。　このような場合、リード線に無理な力を加えると、半導体デバイスを機械的に破壊させたり、寿命を縮めたりする原因となります。例えば、デバイスのパッケージ本体とリード線との間に相対的な応力が加わると、内部接続が断線したり、本体とリード線の間に隙間が生じて気密性を損ない、信頼性が低下することがあります。　最悪の場合には、モールドレジンあるいはガラス割れが生じることになります。そのため、リード線の成形あるいは切断に際しては、次のことに注意してください。

(1) リード線を成形・切断する場合は、パッケージ本体とリード線との間に相対的な応力が加わらないように、曲げる(切断する)箇所と本体の間のリード線を固定してください。
また、金型を使って大量に加工する場合においても、リード線を固定する機構を設けて、デバイス本体にストレスが加わらないように注意してください。
さらに、本体の周辺で支える構造として、チップ（一般に本体中央部）への応力集中を避けるようにしてください。チップの上面は、金型で押えないでください。

(2) リード線を直角に曲げるときには、本体から少なくとも3mm以上離れた箇所を曲げるようにしてください。
また、90°以上は曲げないようにしてください。
なお、90°以下で曲げるときは、本体から1.5mm以上離れた箇所を曲げるようにしてください。

(3) リード線の曲げは、繰り返さないようにしてください。

(4) リード線を厚手方向に曲げないようにしてください。

(5) デバイスのリード線は、軸方向への過大な応力（引張りなど）によって破壊することがありますので、規定以上の力は加えないようにしてください。

(6) 折り曲げ治具や工具の状態によっては、リード線めっき表面に傷や汚れを与えることがありますので注意してください。

6.2 面実装デバイスの取り扱いについて

面実装デバイスは、プリント基板のデバイスを実装する部品面側から加熱されるため、本質的に実装時の熱ストレスを受けやすい構造といえます。

プラスチックパッケージに用いられるエポキシ樹脂は、湿度が高い場所に保管した場合、吸湿は避けられません。 この吸湿水分が多くなると、はんだ付け実装時に急激に水蒸気化し、レジン/リードフレーム界面を剥離させ、最悪の場合には、パッケージクラックを生じることがあります。
したがって、面実装型パッケージは、乾燥雰囲気での保管が重要です。

吸湿管理が必要な製品は、輸送中および保管中の吸湿を避けるため、防湿包装を実施しています。
防湿包装開封後は、吸湿させないように高温・高湿環境を避け、規定時間以内にリフロー実装してください。この環境条件および規定時間は、各製品の耐熱強度によってランク分けされています。
防湿包装内で再保管される場合は、吸湿していないシリカゲル（インジケータの青色が確認できるもの）を入れて、再密封してください。

輸送、保管、取り扱い中などに吸収した水分を除く場合は、125℃の恒温槽で16～24時間のベーク(TQFP、TSOPなどの超薄型パッケージは4～24時間)を行うことをお勧めします。
以下の場合は、はんだ付け実装前に125℃でベークしてください。

(a)乾燥剤（シリカゲル）に入れてあるインジケータの青色が全く見えない場合
(b)開封後、規定保管時間を経過した場合
(c)個別仕様書に、実装前にベークの記載がある場合

ベークを実施する場合、耐熱性のないマガジン、トレイ、テープ/リールは、耐熱容器に移し替えてからベークを行ってください。
HEAT PROOFの刻印のある耐熱トレイは、そのままベークできますが、防湿包装袋に入れたままベークはしないでください。
また、トレイの反りを防ぐため、トレイは平板の上に載せてベークおよび冷却してください。

6.3 プリント基板への実装について

半導体デバイスをプリント基板に取り付ける際にも、リード線に過大なストレスが加わらないように注意してください。以下に、主な注意事項を説明します。

(1) プリント基板のデバイス取り付け穴間隔は、リード線の間隔と一致させ、デバイス挿入の時あるいは挿入後、リードが変形するようなストレスが加わらないようにしてください。
(2) プリント基板にリード線を固定後、リード線とデバイス本体との間にストレスがかかるような組立をしないでください。
例えば、リード線をプリント基板に半田付けしたあとに、デバイスを放熱板に取り付ける場合、放熱板取付位置のばらつきによって過大な応力がリード線に集中し、半田クラックやリード線の抜け、パッケージの破損等を招くことがありますので、注意してください。
(3) 自動挿入装置の使用にあたっては、衝撃によるパッケージおよびチップのクラックを防止するため特に挿入時にパッケージの本体に衝撃が加わらないように、注意してください。
(4) 半導体デバイスを接着剤でプリント基板に仮留めする場合、適切な接着力が得られているか確認してください。 また、電極に接触するような多量の使用は避けてください。
(5) テーピング品の場合、ご使用マウンタでの帯電によるジャミング発生に、注意してください。
カバーテープとキャリアテープの剥離帯電は、剥離速度が速いほど大きくなります。
帯電防止のため、高速の剥離、摩擦はできるだけ避けてください。(推奨剥離速度=10mm/s以下)
(6) ICソケットを使用した基板実装は、ICピンとICソケットの間で接触不良を起こす場合があります。
ICソケットの使用は避けてください。
(7) 面実装デバイスでは、プリント基板のリード接合部パターン設計値は、はんだペースト材料やリフロー条件などによって異なりますが、はんだ付けリードピン幅の1.1～1.3倍を目安として設計してください。

6.4 はんだ付けについて

一般に半導体デバイスを高温状態で長時間放置することは好ましくないとされています。
はんだ付けの場合も、はんだごて法、リフロー法等いずれの方法においても、できるだけ低い温度で短時間で処理する必要があります。

半導体デバイスのリード半田耐熱の試験規格は、本体より1～1.5mm離した場所で260℃/10秒間、または350℃/3秒間です。　はんだ付け作業の際、この条件を超えないよう配慮してください。

はんだ付け時のフラックスで、酸性やアルカリ性の強いものを使用すると腐食の影響を受けることがあるため、ロジン系のフラックスの使用をお勧めします。　フラックスは、高温・高湿環境でリークの原因となる場合がありますので、はんだ付け後に洗浄し除去してください。(6.5項 洗浄方法参照)。

はんだ修正等に使用するはんだごては、アース付きの三端子はんだごてを使用してください。
または二次電圧をトランスで降下させ、可能な場合は、こて先をアースするのも良い方法です。
この場合、アースによる二次障害が発生しないように注意してください（図５）。

24V
AC100V
C
こて先部分にリークがなく、誘導電位が生じないものであって、アースされたものが良い。
こて先
1MΩ
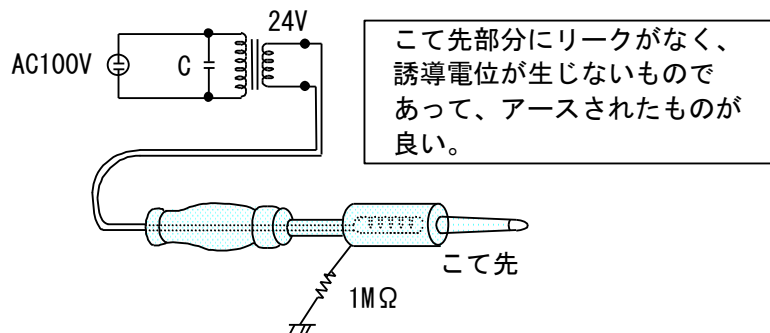
図５　はんだごてのこて先アース

6.4.1 ピン挿入デバイス（ウェーブソルダ槽／半田フロー槽）

この方法は、噴流はんだ槽の液面にリードのはんだ付け部を浸漬して行われます。
噴流はんだがパッケージ本体に触れると、パッケージ破損の原因となります。パッケージ本体には、直接はんだが接触しないように注意してください。
鉛フリー品のフローはんだ推奨条件を図６に示します。鉛含有品には適用しないでください。

【推奨条件】
半田温度:230～250℃
ディップ時間:2～4 秒
260℃max
120℃
7 秒 max
予熱～60 秒
リード部温度
時　間
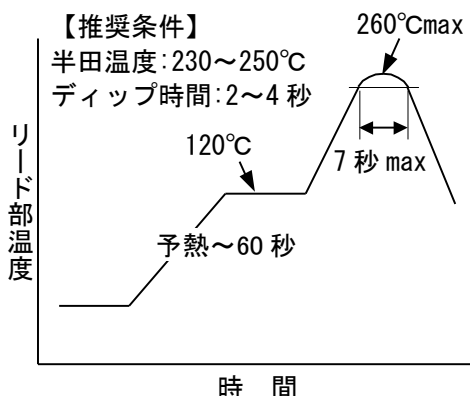
図６　フローはんだ推奨条件（鉛フリー品）

ウェーブソルダ槽使用においては、基板の裏面がはんだの熱によって加熱されるため、表面との温度差によって基板に反りが発生します。　基板が反った状態ではんだ付けをすると、はんだ槽から取り出した時点で基板が元の状態に戻ろうとするため、リードおよびパッケージに過度の応力が加わりはんだ接続部のクラック、リードおよびパッケージの破壊につながる恐れがあります。
このため、ウェーブソルダ槽を使用する場合は、基板を金具などで固定し、反りが発生していない状態ではんだ付けをしてください（図７参照）。

応力
応力
はんだによる加熱
(a)ウェーブソルダ加熱による基板の反り

応力
応力
(b)基板温度が下がったときのパッケージへの残留応力
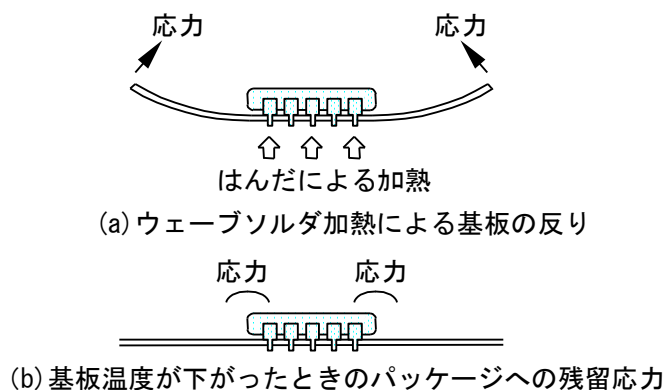
図７　ウェーブソルダ槽による基板の反り状態

6.4.2 面実装デバイス（リフロー槽）

面実装デバイスで一般的な実装方法は、赤外線リフロー法とベーパーフェーズリフロー法です。これらの実装方法は、いずれもパッケージ全体を加熱するもので､パッケージに強い熱ストレスが加わるため、パッケージ表面の温度を管理する必要があります。
ピーク温度および時間は、パッケージが受けるダメージを最小限に抑えるため、注意してください。

ピーク温度が高いと、パッケージ強度低下やパッケージ内の水蒸気圧が上昇するため、できるだけ低温としてください。　また、水蒸気圧は時間とともに上昇するため、できるだけ短時間にする必要があります。
鉛フリー品のリフロー実装方法の推奨条件を図８に示します。鉛含有品には適用しないでください。
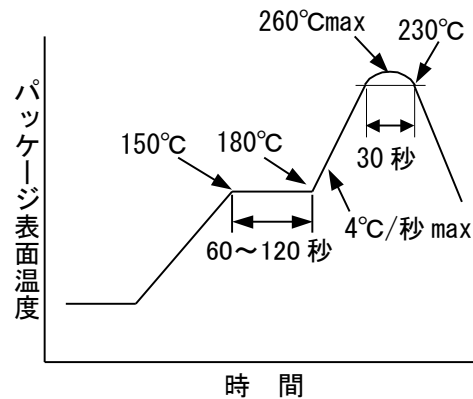
図８　リフロー推奨条件（鉛フリー品）

6.5 洗浄方法

はんだ付け後のフラックス残渣は、部品や基板配線の信頼性に影響を与えるため、原則的に除去洗浄が必要です。洗浄方法には超音波洗浄、浸漬洗浄、スプレー洗浄、蒸気洗浄などがあり、次のような特長を持っています。

(1) 超音波洗浄
　超音波洗浄は、溶剤中で超音波振動を製品に加えて洗浄する方法です。この方法は、微小な透き間の洗浄に向いていますが、基板とデバイスの接続部を破損する場合があるので、注意してください。

(2) 浸漬洗浄
　浸漬洗浄は、洗浄液中に製品を浸漬して洗浄する方法です。　この方法では、洗浄液の清浄度が高いことが必要になります。

(3) スプレー洗浄
　スプレー洗浄は、溶剤の高圧スプレーを製品に吹き付けて洗浄する方法です。
　角度をつけてスプレーすると、洗浄効果が向上します。

(4) 蒸気洗浄
　蒸気洗浄は、溶剤の蒸気で洗浄する方法です。 この方法は、不純物を含まない溶剤で洗浄できるため、最終洗浄工程で多く用いられます。

これらの方法を組み合わせて洗浄する場合が一般的です。　図９に、一般的な洗浄フローを示します。

超音波洗浄 → 温液浸漬洗浄 → 冷液浸漬洗浄 → スプレー洗浄 → 蒸気洗浄 → 乾燥

周波数	28～29kHz （デバイスが共振しないこと）
超音波出力	15W/L（1回）
時間	30秒以下
その他	振動源にデバイス、プリント基板が直接タッチしないこと。
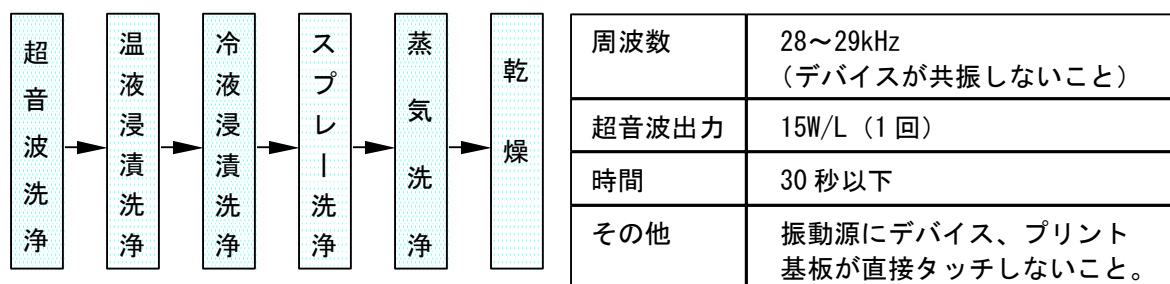
図９　一般的な洗浄フロー

なお、洗浄に際しては、次の点に注意してください。
(a) 超音波洗浄ではデバイスの破壊防止のため、印加周波数､電力（特にピークパワー)、時間および
デバイスが共振しないよう注意してください。
特にセラミックパッケージ系QFN（LCC)、QFP（Ceramic）は、キャビティーパッケージであり、
超音波洗浄を行うと、接続ワイヤが共振して断線する場合があります。
(b) 洗浄を行うと、マークが消える場合がありますので、実使用条件で確認のうえ適用してください。
(c) 溶剤の使用では、公的環境基準、安全基準などを考慮する必要があります。

6.6　放熱板の取付けについて

パワー用デバイスでは発熱を外部へ放熱し、接合部温度を下げる目的で放熱板を使うのが一般的です。
半導体デバイスを放熱板に取り付ける場合には、製品の信頼性を損なわないようにするために、次に示す
取り扱い上の注意が必要です。

(1) 放熱部は、デバイスのＧＮＤ電位になっている場合が多く、放熱板からの電気的ノイズやサージが
入らないように注意してください。
(2) シリコングリスの選定について注意してください。
デバイスと放熱板の間の熱伝導を良くし放熱効果を高めるために、デバイスと放熱板の接触面に
シリコングリスを均一に薄く塗布して取り付けます。 デバイスのモールドレジンによっては
シリコングリスのオイルを吸収して、チップコート材を膨潤させるものがあります。
また、稠度の小さい（固い）グリスの場合は、ねじ止め時レジンクラックの原因になりますので
注意してください。　なお、必要以上の量のグリスを塗布すると、無理な応力が加わることがあり
ますので、避けてください。
(3) 適切な締付トルクで使用してください。
締付トルクが小さすぎると熱抵抗の増大を招き、大きすぎるとデバイスにひずみを与え、ペレット
破壊、コネクタリード断線などの故障を招く危険性を生じます。
締付トルクの目安として、0.39～0.59N・m（4～6kg・cm）を採用してください。
(4) 放熱板の平たん度について配慮してください。
デバイスを放熱板に締め付けたとき、放熱板が不適切である場合には、放熱効果を妨げたり、
無理な応力が加えられることによる特性劣化やレジンクラックを起こします。
したがって、放熱板について、次の点を守ってください。
(a) 放熱板の反りは、凸および凹について、ねじ穴間隔で0.05mm以下としてください（図１０)。
また、ねじれについても最大0.05mmとしてください。
(b) アルミ板、銅板、鉄板の場合には、プレスばりがないことを確認し、ねじ穴の面取りをして
ください。
(c) デバイスとの接触面を平たん（▽▽仕上げ）に磨き上げてください。
(d) ICのヘッダと放熱板の間に、切削くずなどの異物が狭まれないようにしてください。
(e) ねじ穴間隔は、デバイスのねじ穴間隔と一致させて設計してください。
ねじ穴間隔が広すぎたり狭すぎると、レジンクラックの原因になります。

凸形反り
0.05mm以下　0.05mm以下
凹形反り
0.05mm以下　0.05mm以下

L_1：ねじ穴間隔　　L_2：基板接触幅
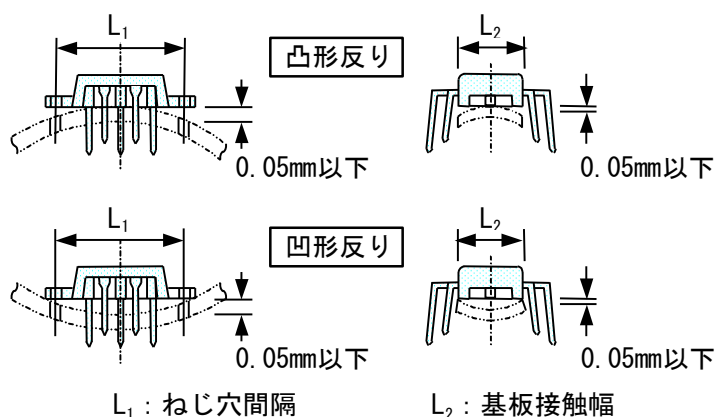
図１０　放熱板の反り

(5) デバイスの放熱片に直接はんだ付けしないでください。
デバイス放熱片に直接はんだ付けをすると、加わる熱量が大きく、デバイス接合部温度の保証値をはるかに超えて、デバイスに悪影響を与え、デバイスが破壊したり、あるいは寿命を著しく低下させる原因となります。

(6) パッケージに機械的ストレスを加えないでください。
締付けの際に、締付け金具（ドライバーや治具など）がプラスチックパッケージにあたると、パッケージにひび割れが生じるだけでなく、その機械的ストレスが内部に加わり、デバイスの接続部の疲労を早めます。その結果、断線や破壊の原因となりますので、十分に注意してください。

(7) デバイスの放熱片やパッケージの加工、変形をしないでください。
デバイスを切断、変形、加工をすると、熱抵抗が増大したりデバイス内部に異常ストレスが加わり故障の原因となります。

(8) 使用するねじについて配慮してください。
デバイスの放熱板への取り付けに使用するねじは、大別して小ねじとタッピングねじがあります。
これらの使用については、次の点に注意してください。

(a) ねじは、JIS-B1101で規格されたバインド小ねじ、トラス小ねじ相当の頭部を持つねじを使用してください。
(b) 皿ねじは、デバイスに異常な応力を加えることになりますので、使用しないでください（図１１）。
(c) タッピングねじを使用する場合にも、前述の締付トルクを厳守してください。
(d) タッピングねじを使用する場合は、デバイス取り付け部の穴径より細いものを使用してください。太いねじを使用すると、放熱板だけでなく、デバイスの取り付け穴にもタップすることになり、故障の原因になります。
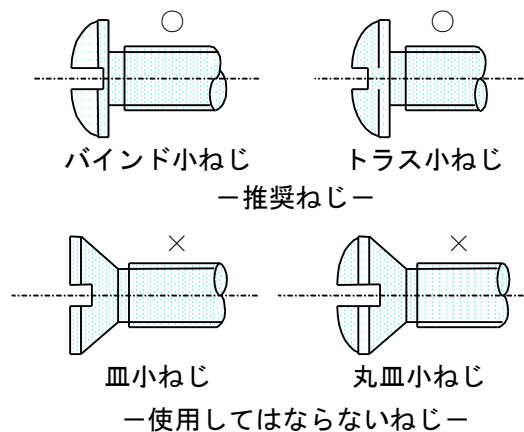
図１１　推奨ねじ・使用してはならないねじの種類

(9) 放熱板のねじ穴径について、次の点に注意してください。

(a) 放熱板の穴径および面取りは、使用するねじの頭径より大きくしないでください。
特に銅板をフランジ材として使用しているデバイスについては、締付トルクによって銅板やプラスチックパッケージが変形します。
(b) 特にタッピングねじを使用する場合は、締付トルクが大きくなり、前述の推奨締付トルクを超えてしまったり、所望の接触抵抗が得られなくなります。

(10) その他注意事項

(a) 一つの放熱板に2個以上のデバイスを取り付けると、1個当りの熱抵抗が上昇します。
(b) 放熱板は、適切な形状・大きさが必要です。必要に応じて強制空冷などを実施してください。
実使用状態で、デバイスのケース温度を実測し、ジャンクション温度をカタログ熱抵抗で計算して使用してください。

7. 梱包/保管上の注意事項

7.1 梱包上の注意事項

ユーザーにおける梱包取り扱いによっては、デバイスの破壊につながる要因（静電破壊、機械的破壊など）があります。　まず半導体デバイスの収納や梱包時の注意すべき事項を以下に示します。

(1) 半導体デバイスの収納

(a) 一般に半導体デバイスは、出荷時には専用のマガジンやトレイといった収納ケースに入っています。できるかぎりこの専用の収納ケースを使用してください。

(b) 専用の収納ケースを使用できない場合には、次の条件を満足するようなケースに収納してください。

・化学反応を起こしたり、有害ガスを発生するような材質でないこと。
・振動や衝撃によって、デバイスが破壊されないような構造になっていること。
・デバイスの端子が収納ケースに触れる部分には、導電性材料か、帯電しない材料（表面に帯電防止剤が塗布してある）を用いること。

(c) 高周波デバイスやMOSデバイスなど静電気破壊に弱いデバイスを取り扱う場合は、人体や衣服に帯電した静電気を高抵抗（1MΩ程度）を介して接地放電したあと、導電性の指サックや手袋を使用してください。

(2) 梱包について

収納ケースに収められた半導体デバイスは、外部からの衝撃、雨水、汚染などによる影響を避けるため梱包してください。

(a) 半導体デバイスに与える影響を最小限に抑えるために、保管や運搬方法に応じた機械的強度、耐湿性などを十分に考慮することが必要です。

(b) ダンボール箱などの外装には、必要に応じて天地無用、ワレモノ注意、水漏れ注意の表示を貼り付けてください。(図１２)
また過度の積載は、外装箱のダメージや落下の恐れがありますので注意してください。

(c) 船便などで長期間輸送する場合は、曝される環境を考慮して、真空梱包や密封容器を使用してください。

(d) 表面に帯電防止処理を施したマガジンの再使用はしないようにしてください。

天地無用　ワレモノ注意　水濡れ注意

図１２　外装表示の例

7.2 半導体デバイスの保管方法

半導体デバイスを保管する場合には、適切な温度および湿度のもとで、紫外線や硫化水素などの有害ガス、Ｘ線などの放射線、静電気、強電磁界などがない環境で保管してください。(図１３)

過重積上×
不安定×
直射日光×
高湿×
火気×
薬品×
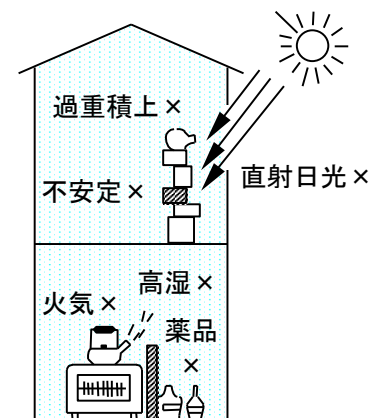
図１３　悪い保管場所の例

(1)保管場所の環境

(a) 温湿度の範囲

半導体デバイスを保管する場所の温度および湿度は、いわゆる常温常湿中が望ましく、異常な温湿度中の保管は避けてください。常温常湿の目安は、5～35℃で45～75%RHです。（保管条件の制約がある製品については、規定の保管条件を守ってください。）

(b) 清浄な場所

腐食性ガスを発生したり(車庫など)、ほこりの多い場所は避けてください。

(c) 温度変化の少ない所

急激な温度変化のある所ではデバイスに水分の結露が起こりますので、温度変化の少ない場所（直射日光や強い照明があたらない暗所）にしてください。

(d) その他、放射線、静電気、強電磁界にさらされない場所にしてください。

(2) 保管形態

(a) 形態としては、上記7.1項の収納および梱包した状態で保管してください。

(b) 保管状態としては、半導体デバイスに荷重が掛からないように注意してください。積載の状態では思わぬ荷重が掛かりますので、重い物を上に載せることは避けてください。

(c) 半導体デバイスの外部端子は、未加工の状態で保管してください。加工による異物付着や変色などの発生で、実装時にはんだ付け不良となる可能性があります。

(d) テーピング品の場合、実装マウンタでの放置は避けてください。放置していると、テープの逆反りによってカバーテープの剥がれが生じることがありますので注意してください。

(3)長期保管

半導体デバイスを長期（1年以上）保管した場合は、リード端子のはんだ付け性が悪くなったり、さびが発生したり、電気的特性が不良になったりする恐れがあります。

特に、以下のことに注意してください。

(a) 保管環境：前項(1)を参照してください。

(b) 最初から長期保管（1年以上）が予想される場合は、真空梱包にするかあるいは密封した容器にシリカゲルを入れるなどの配慮をしてください。

(c) 通常の保管形態で予想以上に長期間（１～８年）が経過してしまった場合は、はんだ付け性や外観(リードのさび等)について使用前に検査し、確認してください。

(d) 悪い環境または長期通常保管

非常に悪い環境に置かれた場合あるいは通常の保管状態で１年以上経過してしまった場合は、はんだ付け性、リードのさび、および電気的特性について検討してください。（特に面実装型パッケージについては、吸湿対応として6.2節を参照してください)。

(4) チップ、ウェハー保管

半導体チップ、ウェハーは、パッケージ品より厳重な保管が必要です。チップ収納容器の例を図１４に示します。チップ、ウェハーが直接外気に触れる状態での放置や保管は避けてください。
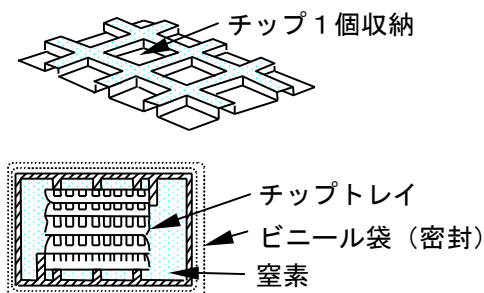
図１４　チップ収納容器の例

(a) チップ、ウェハーは定められた容器に収納し、必要以外には容器の開閉はしないでください。
通常、収納容器は密封構造となっており、温度、湿度、有害ガスおよび輸送移動時の振動や衝撃からチップ、ウェハーを保護するようになっています。
(b) 容器を開封した状態での放置はしないでください。
(c) 保管環境は、温度5～30℃,相対湿度45～75%RHの雰囲気で、かつ薬品などの揮発性物質の影響を受けない場所に保管してください。
(d) 収納容器から製品を出し入れする際は、表面に傷が付かないように、真空ピンセットや真空コレットで静かに取り扱ってください。
(e) 保管期間の目安については、容器開封から組立までの期間は長くとも５日以内としてください。　作業を行わない夜間などは乾燥窒素中に入れておくことが必要です。
なお開封後、乾燥窒素（－30℃露点以下）中では20日以内、開封前の状態では３カ月以内としてください。

7.3 移動・運搬上の注意事項

半導体デバイスの輸送、あるいは半導体デバイスが実装されたプリント基板などの輸送に関しては、他の電子部品と同様の注意が必要です。　以下の事項について、留意してください。

(1) 外装ダンボール箱は、ていねいに取り扱ってください。
特に、落下などの衝撃は、製品を破損させる原因になりますので注意してください。
(2) 内装箱や収納ケースは、特にていねいに取り扱ってください。
落下させると、マガジンやトレイから製品が飛び出してリードが変形することがあります。
(3) 水に濡れないように注意してください。　特に降雨、降雪時の運搬では、製品を濡らさないよう注意してください。(水漏れ注意)。
(4) 運搬用の容器、治具は、輸送中の振動などで、帯電しないもの、静電気が発生しないものを用いてください。　導電性のコンテナや箱を用いることが、有効な対策になります。
(5) 人体衣服に帯電した静電気による破壊を防止するために、取り扱い時は人体を高抵抗を介して、接地してください。
(6) 半導体デバイスを実装したプリント基板などの移動の場合でも、帯電させない工夫や、端子を短絡するなどの配慮が必要となります。　また、機械的振動、衝撃を極力少なくしてください。